

09/857614

PCT/JP00/06901

日本国特許庁

04.10.00

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

JP00/6901

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application:

1999年10月 6日

REC'D 28 NOV 2000

出願番号

Application Number:

平成11年特許願第285963号

WIPO

PCT

出願人

Applicant(s):

オリンパス光学工業株式会社

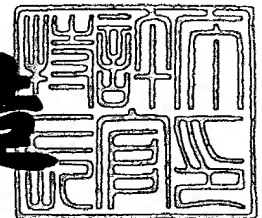
EV.

PRIORITY
DOCUMENTSUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年11月10日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3092519

【書類名】 特許願
 【整理番号】 99P01891
 【提出日】 平成11年10月 6日
 【あて先】 特許庁長官殿
 【国際特許分類】 A61B 1/07
 【発明の名称】 光走査プローブ装置
 【請求項の数】 2
 【発明者】

【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリンパス光学
 工業株式会社内

【氏名】 山宮 広之

【特許出願人】

【識別番号】 000000376

【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号

【氏名又は名称】 オリンパス光学工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100076233

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 進

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013387

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9101363

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光走査プローブ装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光源装置が発する観測光の焦点を被検部に対して走査し、該走査により得られる前記被検部からの前記観測光の反射光を観測装置に伝達する光走査プローブ装置において、

前記光源装置が発する前記観測光を伝達して該観測光を末端面より出射するとともに、前記被検部からの前記観測光の前記反射光を前記末端面より入射して前記観測装置に伝達する伝達手段と、

前記伝達手段の前記末端面から出射される前記観測光を集光する集光光学系と

前記伝達手段の前記末端面と共に前記集光光学系を固定する固定手段と、

前記固定手段を移動し、前記観測光の焦点を被検部に対して走査する走査手段と、

を有することを特徴とする光走査プローブ装置。

【請求項 2】 前記走査手段は、前記固定手段を所定の第 1 の方向に移動する第 1 の移動手段と、

前記固定手段を前記第 1 の方向とは異なる第 2 の方向に移動する第 2 の移動手段と、

からなることを特徴とする請求項 1 記載の光走査プローブ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は光源装置からの光を走査して被検部に対する光学像情報を得る光走査プローブ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、光源装置で発生した光を光ファイバで伝送し、その先端面から被検部側に出射し、その際焦点位置を走査することにより、被検部に対する光学情報を得

る光走査プローブ装置が実現されている。

【0003】

その従来例として例えばUSP 5, 120, 953がある。

この従来例では被検部としての組織を拡大観察する内視鏡が開示されている。また、本従来例では光ファイバ先端をアクチュエータで走査させることによって、その前に配置された集光するレンズによる焦点を走査する技術が開示されている。また、スキヤニングミラーによる焦点の走査についても開示されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、レンズに対して光ファイバ先端側、つまり光軸を移動させることによる走査方法では、光軸が走査された場合にも焦点を結ぶようにレンズを設計しなければならず、狭い走査範囲しか実現することが困難である。換言すると、所望とする走査範囲を満たすレンズを設計することは難しい。

また、所望とする走査範囲をカバーでき、かつ分解能を高くするには開口数（NA）の大きなレンズが必要であるが、従来例の構成の場合には、そのようなレンズ（光学系）を製作することは非常に難しい。

【0005】

（発明の目的）

本発明は、上述した点に鑑みてなされたもので、所望とする走査範囲をカバーでき、焦点を結ぶ集光光学系の設計が容易となる光走査プローブ装置を提供することを目的とする。

また、分解能を大きくすることができる光走査プローブ装置を提供することも目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

光源装置が発する観測光の焦点を被検部に対して走査し、該走査により得られる前記被検部からの前記観測光の反射光を観測装置に伝達する光走査プローブ装置において、

前記光源装置が発する前記観測光を伝達して該観測光を末端面より出射すると

ともに、前記被検部からの前記観測光の前記反射光を前記末端面より入射して前記観測装置に伝達する伝達手段と、

前記伝達手段の前記末端面から出射される前記観測光を集光する集光光学系と、
前記伝達手段の前記末端面と共に前記集光光学系を固定する固定手段と、
前記固定手段を移動し、前記観測光の焦点を被検部に対して走査する走査手段と、

を設けることにより、伝達手段の末端面と共に前記集光光学系を移動して、観測光の焦点を走査する構成にしているので、走査状態に殆ど関係なく、伝達手段の末端面と集光光学系の位置関係を保持でき、集光光学系として特殊なものを必要としないで通常の集光光学系を使用でき、また開口数を大きくすることも容易となる。

【0007】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

(第1の実施の形態)

図1ないし図6は本発明の第1の実施の形態に係り、図1は第1の実施の形態を備えた光走査型顕微鏡の全体構成を示し、図2は第1の実施の形態の光走査プローブ装置の先端部の構成を示し、図3は先端部に設けた光学ユニットの構成を示し、図4は制御部の構成を示し、図5は走査面を光走査する様子を示し、図6は光走査プローブ装置が挿通された状態の内視鏡の先端側を示す。

【0008】

図1に示すように本発明の第1の実施の形態を備えた光走査型顕微鏡1は、光を発生する光源部2と、この光を伝達する光伝達部3と、体腔内等に挿入できるように細長に形成され、光伝達部3を経た光をその先端側から被検体側に出射すると共に、その戻り光を光伝達部3に導光する光走査プローブ装置（以下、単に光走査プローブ或いは光プローブと略記）4と、光プローブ4からの戻り光を光伝達部3を経て検出し、画像化する信号処理及び光プローブ4内に設けた光走査手段の制御等を行う制御部5とから構成される。

【0009】

光源部 2 は例えばレーザ光を出力するレーザ発振装置で構成される。そのレーザ光は波長 488 nm のアルゴンレーザが細胞観察には適している。

光伝達部 3 は、光伝達用ファイバ（単にファイバと略記）6 a, 6 b, 6 c, 6 d とこれらを双方向に分岐し、かつ光結合する 4 端子カプラ 7 とから構成される。ファイバ 6 a, 6 b, 6 c, 6 d は、シングルモードファイバである。

【0010】

ファイバ 6 a の端部は光源部 2 に接続され、ファイバ 6 c の端部は制御部 5 に接続され、ファイバ 6 d の端部は無反射するデバイス等に接続されている（閉鎖されている）。

【0011】

ファイバ 6 b は長尺になっており、光プローブ 4 の外套チューブを構成する例えば可撓性のチューブ 8 の内部を通して、先端部 9 まで導かれている。この光チューブ 4 は例えば内視鏡の処置具用チャンネル内に挿通して体腔内に挿入することもできる。

【0012】

なお、光源部 2、光伝達部 3 及び制御部 5 は光プローブ 4 と接続される観測装置を構成し、光プローブ 4 の光走査により被検部側からの反射光を検出して観測装置に導き、観測装置内の後述する制御部 5 により画像化して表示手段に光走査による共焦タイプの顕微鏡像を表示するようにしている。

【0013】

図 2 に示すように先端部 9 は、チューブ 8 の先端にその一端が取り付けられた円環形状で硬質の光学棒 10 と、この光学棒 10 の内側に取り付けられた光学ユニット 11 A と、光学棒 10 の先端に後述する圧電素子 28 を介して取り付けられた対象物（被検部）に押し当てる透明窓部材としての（透明で硬質の）先端カバヤユニット 12 とからなる。

【0014】

チューブ 8 内に挿通された細長の光ファイバ 6 b の先端は光学ユニット 11 A に固定され、この光ファイバ 6 b の先端から出射される光を光走査機構（スキャナ）を介して検査対象となる被検部側に集光して照射し、被検部側からの反射光

を（戻り光）を受光する。

図 2 の断面図で示す光学ユニット 11 A 部分を図 3 では斜視図で詳細に示す。

この光学ユニット 11 A は以下の構成となっている。

【0015】

光学棒 10 には光学ユニット 11 A のベース 14 が固定されている。ベース 14 は容易に動かないように後述するレンズホルダ 17 や対物レンズ 18 よりも重量が重くなるように構成されている。ベース 14 の中心の孔には光ファイバ 6 b の先端側が挿通され、ベース 14 の孔の内壁に圧入された先端寄りの一部が固定されている。

【0016】

またベース 14 には 2 組の平行な薄板 15 a、15 b、15 c、15 d の後端側が固定されている。つまり、平行な板バネを構成する薄板 15 a 及び 15 c と、薄板 15 b 及び 15 d とはそれぞれ板面が平行で、一方の薄板 15 a（或いは 15 c）と他方の薄板 15 b（或いは 15 d）とは板面が直交するように配置され、各後端部がベース 14 に固定され、（後端部対して）先端側が上下方向及び左右方向に弾性的に変形自在にしている。

【0017】

さらに各薄板 15 i（ $i = a \sim d$ ）にはそれぞれ厚み方向に分極された板状の圧電素子 16 i（16 d は図示しない）が各薄板 15 i の前寄りの位置に装着されている。圧電素子 16 i はユニモルフタイプの圧電素子を用いている。各圧電素子 16 i の両面の電極は該圧電素子 16 i を駆動するためのケーブル 19（図 1 参照）が接続されており、チューブ 8 の内部を通して制御部 5（の駆動手段）に接続されている。

【0018】

4 枚の薄板 15 i の先端にレンズホルダ 17 が接着されており、このレンズホルダ 17 には集光光学系としての対物レンズ 18 と、光伝達手段としての光ファイバ 6 b の先端部、つまり光ファイバ先端部 20 とが固定されている。このレンズホルダ 17 は対物レンズ 18 を取り付ける棒部と、この棒部から後方側に円錐（コーン）形状の延出棒部を延出して、対物レンズ 18 の光軸 O 上に位置する延

出枠部の頂点部分に設けた小さな孔に光ファイバ先端部 20 を嵌入する等して固定している（対物レンズ 18 の光軸上に光ファイバ先端部（光ファイバ末端部）20 が配置されている）。

【0019】

そして、圧電素子 16 i に駆動信号を印加することにより、板状の圧電素子 16 i と薄板 15 i の組合せは、その後端側に対して先端側を板面に垂直方向に曲がるように変形させて、その先端に保持されたレンズホルダ 17 もその変形により曲げられた方向に移動できるようにして、このレンズホルダ 17 で保持された光ファイバ先端部 20 と対物レンズ 18 とを共に移動して、出射される光を走査できるようにしている。

この際、極く細い光ファイバ先端部 20 を焦点とるようにして拡開して出射された光を対物レンズ 18 で集光し、被検部側の焦点 21 の位置でフォーカスするような光を出射する。

【0020】

また、上記圧電素子 16 a、16 b、16 c、16 d での駆動により、焦点 21 を図 2 の水平方向（X 方向）22 と縦方向（Y 方向）23 に走査して焦点 21 を含む走査面 24 を走査できるようにしている。この走査面 24 は光プローブ 4 の軸方向に対して略垂直な平面となる。

なお、対物レンズ 18 は例えば開口数が 0.3 以上のものが採用される。

【0021】

また、先端カバーユニット 12 はカバーホルダ 25 とカバーホルダ 25 に固定されたカバーガラス 26 からなり、カバーホルダ 25 は光学枠 10 の先端部に固定されている。また、これらの構造によりプローブ先端部は密閉されている。

【0022】

図 4 は制御部 5 を示したものである。

【0023】

制御部 5 は光源部 2 のレーザを駆動するレーザ駆動回路 31、圧電素子 16 b、16 d を駆動する X 駆動回路 32、圧電素子 16 a、16 c を駆動する Y 駆動回路 33、光ファイバ 6 c からの出力光を光電変換し、増幅するアンプを内蔵し

たフォトディテクタ 3 4、フォトディテクタ 3 4 の出力信号に対し、画像処理を行う画像処理回路 3 5、この画像処理回路 3 5 で生成された映像信号が入力されることにより、走査面 2 4 を走査した場合の反射光による顕微鏡画像を表示するモニタ 3 6、画像処理回路 3 5 で生成された映像信号を記録する記録装置 3 7 とからなり制御部 5 内部では図 4 のように接続されている。

【 0 0 2 4 】

また、レーザ駆動回路 3 1 は光源部 2 とケーブル 3 8 で接続されている。また、X 駆動回路 3 2 は圧電素子 1 6 b、1 6 d と、Y 駆動回路 3 3 は圧電素子 1 6 a、1 6 c とそれぞれケーブル 1 9 を介して接続されている。

【 0 0 2 5 】

そして、X 駆動回路 3 2 によりケーブル 1 9 を介して圧電素子 1 6 b、1 6 d を高速に駆動し、かつ Y 駆動回路 3 3 にはケーブル 1 9 を介して圧電素子 1 6 a、1 6 c をゆっくりと駆動することにより、図 5 に示すように走査面 2 4 を 2 次元的に走査するようにしている。

【 0 0 2 6 】

例えば、圧電素子 1 6 b、1 6 d を駆動する電圧の振幅を大きくすることにより、X 方向 2 2 の走査範囲を大きくでき、同様に圧電素子 1 6 a、1 6 c を駆動する電圧の振幅を大きくすることにより、Y 方向 2 3 の走査範囲を大きくでき、所望とする走査範囲を簡単に得られる。

【 0 0 2 7 】

また、図 6 は本光プローブ 4 を内視鏡と組み合わせて使用する場合を示した図である。内視鏡先端部 4 0 には内視鏡用の対物レンズ 4 1 と対物レンズ洗浄用のノズル 4 2、ライトガイド 4 3、鉗子用チャンネル 4 4 が設けられている。本光プローブ 4 は図 6 のように鉗子用チャンネル 4 4 に挿通して用いられる。また、プローブ 4 の先端部 9 における後方寄りの外表面にはバルーン 4 5 が設けられており、図示しない送気チューブが接続されており、また、送気チューブには図示しないシリンジが接続されている。

【 0 0 2 8 】

本実施の形態では、光源部 2 からの光を光プローブ 4 に挿通された細長の光フ

ファイバ 6 b でその先端側に伝達し、（固定或いは保持手段としての）レンズホルダ 17 によりその先端面と共に固定（保持）された集光光学系としての対物レンズ 18 により、被検部側に出射し、その際レンズホルダ 17 を走査手段を構成する圧電素子 16 b, 16 d に交流信号として正弦波を印加して、水平方向に高速に走査し、かつ圧電素子 16 a, 16 c に周波数の低い三角波を印加して縦方向にも光を走査して焦点位置からの反射光を得て、走査画像を得る構成にしている。

【0029】

このように、光ファイバ 6 b の先端面と対物レンズ 18 とを保持したレンズホルダ 17 を走査手段（駆動手段）で移動する構成とすることにより、所望とする走査範囲をカバーでき、かつ対物レンズ 18 として特殊なものを不必要とし、レンズ設計が容易となり、かつ開口数を大きくして分解能を向上することも容易となるようにしていることが特徴となっている。

【0030】

次に本実施の形態の作用を説明する。

まず、内視鏡先端部 40 に対して光プローブ 4 の先端部 9 を固定させるためにバルーン 45 を図示しないシリンジを用いて膨張させる。続いてプローブ先端部 9 を、検査したい部分に押し当てる。このとき被検部は先端部 9 が固定されているため画像ぶれが少なくなる。

【0031】

レーザ駆動回路 31 により駆動された光源部 2 は、レーザ光を照射し、この光は光ファイバ 6 a に入射される。この光は 4 端子カプラ 7 によってレーザ光は、2 つの分岐され、そのうちの 1 つは、閉鎖端に導かれ、もう一方の光は光ファイバ 6 b を介してプローブ 4 の先端部 9 へと導かれる。

【0032】

このレーザ光は光ファイバ先端部 20 を焦点とするようにして拡開して出射した後、対物レンズ 18 によって集光され、カバーガラス 22 を透過した後に被検部で焦点 21 を結ぶ。また焦点 21 からの反射光は入射光と同じ光路を通り、再びファイバ先端部 20 でファイバに入射される。つまり、光ファイバ先端部 2

0と被検部の焦点21とは対物レンズ18の共焦点の関係にある。

この焦点21以外からの反射光は、入射光と同じ光路を通ることができず、したがって光ファイバ端面20のファイバにほとんど入射されない。従って本光プローブ装置4は共焦点光学系を形成する。

【0033】

また、この状態で制御部3のX駆動回路32によって圧電素子16b、16dを駆動させる。ここで、圧電素子16iの動作を説明する。

これらの圧電素子16iに電圧を加えると、その厚みが増加する。圧電素子16iに正の電圧を加えると厚みが増加するように変形し、これに伴って圧電素子16iは長さ方向には縮む。この時、圧電素子16iは長さが変わらない薄板15iに接着されているため、全体として圧電素子16i側に曲がるように変形するようになっている。

【0034】

逆に圧電素子16iに負の電圧を加えると厚みが薄くなるように変形し、これに伴って圧電素子16iは長さ方向には伸びる。ここで、圧電素子16iは長さが変わらない薄板15iに接着されているため、全体として薄板15i側に曲がるようになっている。ここで、向かい合った2つの圧電素子16b、16dに一方は圧電素子側に、もう一方は薄板側に変形するように極性が逆の駆動信号を印加すると、これらは水平方向22の同一方向に変形する。

【0035】

ここで圧電素子16b、16dに極性が逆の交流を加えると、レンズホルダ17が振動し、これによって対物レンズ18と光ファイバ先端部20も移動して、レーザ光の焦点21の位置は走査面24のX方向22（図2で紙面に垂直方向）に走査される。

【0036】

この場合この系の共振周波数で駆動すると大きな変位が得られる。また、X駆動と同様に、Y駆動回路33によってレーザ光の焦点21の位置は走査面24のY方向23に走査される。ここでY方向の振動の周波数を、X方向の走査の周波数よりも十分に遅くすることによって、焦点は図5のように走査面24を水平方

向に高速で振動しながら下から上方向（Y方向）に順に走査する。これにともな
って、この走査面 24 の各点の反射光が光ファイバ 6 b によって伝えられる。

【0037】

このファイバ 6 b に入射された光は、4 端子カプラ 7 によって二つに分けられ
、ファイバ 6 c を通って制御部 5 のフォトディテクタ 34 に導かれ、フォトディ
テクタ 34 によって検出される。ここでフォトディテクタ 34 は入射された光の
強度に応じた電気信号を出力し、さらに内蔵のアンプ（図示しない）によって増
幅される。

【0038】

この信号は、画像処理回路 35 に送られる。画像処理回路 35 では、X 駆動回
路 32、Y 駆動回路 33 の駆動波形を参照して、焦点位置がどこのときの信号出
力であるかを計算し、さらにこの点における反射光の強さを計算し、これらを繰
り返すことによって走査面 24 の反射光を画像化し、画像処理回路 35 内の画像
メモリに画像データとして一時格納し、この画像データを同期信号に同期して読
み出し、モニタ 36 に走査面 24 を走査した場合の焦点位置の 2 次元反射光強度
の画像を提示（表示）する。また、必要に応じて画像データを記録装置 37 に記
録する。

【0039】

本実施の形態では、シングルモードファイバを用いた例を示したが、本実施の
形態はこれに限るものではなく、同様の役割を果たすマルチモードファイバを用
いても良い。

また、圧電素子もユニモルフタイプに限らずバイモルフタイプを用いても良い
。

【0040】

本実施の形態は以下の効果を有する。

光ファイバ先端部 20 と対物レンズ 18 とを共に駆動するようにしたので、光
学系が単純で良く、容易に高性能な光学系を実現できる。

より具体的に説明すると、光ファイバ先端部 20 のみ、或いは対物レンズ 17
のみを駆動するのではなく、両者を共に駆動（移動）するようにしているので、駆

動された状態と駆動されていない状態とで両者の関係は殆ど変化なく、従来例の場合における一方のみを駆動した場合での焦点を結ぶようなレンズ設計が困難になるようなことを解消できる。つまり、対物レンズ18の設計が容易である。或いは特殊なレンズ系を採用しなくても良い。

【0041】

また、上述のように駆動状態に殆ど影響されることなく、光ファイバ先端部20と対物レンズ18との位置関係を保持しているのので、対物レンズ18の光軸上でその焦点位置に配置された光ファイバ先端部20から出射される光を効率良く対物レンズ18で集光できるように設計しておけば、駆動されてもその関係が保持され、分解能の高い走査画像を得ることができる。

【0042】

これに対し、一方のみを駆動する従来例によれば、光ファイバ先端部20と対物レンズとの位置関係が駆動状態で変化するので、光ファイバ先端部20から出射される光を対物レンズで有効利用することが困難となり（つまり、実質的には口径が小さいのと同様となり）、分解能が低下する。

【0043】

また、本実施の形態によれば、対物レンズ18の口径を大きくすることにより、より分解能が高い画像を得ることもできる。

また、高速で駆動する方の例えばX方向を共振周波数で駆動することにより、X方向の走査範囲を大きくすることができる。

【0044】

（第2の実施の形態）

次に本発明の第2の実施の形態を図7及び図8を参照して説明する。図7は第2の実施の形態における先端部の構成を示し、図8は光学ユニットを示す。

本実施の形態は第1の実施の形態と先端部9に設けた光学ユニット11Bの構成が一部異なるのみである。従って、第1の実施の形態と同じ部分は同じ番号を記してその説明は省略する。

本実施の形態においても、光学棒10はチューブ8に固定され、この光学棒10に光学ユニット11Bのベース14が固定されている。このベース14には光

ファイバ 6 b の先端寄りの一部が固定されている。また、ベース 14 には 2 枚の平行な薄板 52 a、52 b が固定されている。

【0045】

各薄板 52 a、52 b にはその先端よりの位置に圧電素子 53 a、53 b がそれぞれ接着されている。（薄板 52 b に設けた圧電素子 53 b は図 7 では見えないう向こう側の面にある。）薄板 52 a、52 b の先端部は中間部材 54 に固定されている。

【0046】

また、この中間部材 54 の上面及び底面には 2 枚の平行な薄板 54 a、54 b の後端が固定されている。薄板 54 a、54 b には圧電素子 55 a、55 b がそれぞれ先端寄りの位置に接着されている。

薄板 54 a、54 b の先端には第 1 の実施の形態と同様なレンズ枠 17 が固定され、レンズ枠 17 には対物レンズ 18、光ファイバ先端部 20 が固定されている。

【0047】

また、圧電素子 53 a、53 b はケーブル 19 を介して X 駆動回路 32 に、圧電素子 55 a、55 b はケーブル 19 を介して Y 駆動回路 33 にそれぞれ接続されている。

本実施の形態では、X 方向と Y 方向にそれぞれ走査する走査手段を光プローブの長手方向に縦列（直列）接続した構成にしている。

【0048】

次に本実施の形態の作用を説明する。

X 駆動回路 32 で圧電素子 53 a、53 b を駆動し、焦点 21 を X 方向 22 に移動させる。

Y 駆動回路 33 で圧電素子 55 a、55 b を駆動し、焦点 21 を Y 方向 23 に移動させる。

系の共振周波数で駆動して用いても良い。その他は第 1 の実施の形態と同様のため省略する。

【0049】

本実施の形態は以下の効果を有する。

第1の実施の形態と比べて、焦点21を移動させるための薄板X方向及びY方向で独立して設けるようにしているため、互いの動作に干渉することが無く、より大きく焦点21を移動させることが可能である。

その他は第1の実施の形態と同様の効果を有する。

【0050】

(第2の実施の形態の変形例)

次に第2の実施の形態の変形例を説明する。

第2の実施の形態において、薄板52b、圧電素子53bを取り除いただけで他の構成、作用は同じ為、説明は省略する。

本変形例は以下の効果を有する。

【0051】

X方向の駆動を平行平板の両持ち構造から、片持ち構造にしたためより大きな変位が可能となり、広範囲の走査による広範囲の走査画像が得られる。

また、X方向の共振周波数を低下させることができるので、X方向とY方向の共振周波数に差を持たせることができ、片方の走査がもう一方の走査に影響を与えることが少なくなる。

【0052】

(第3の実施の形態)

次に本発明の第3の実施の形態を図9を参照して説明する。図9は第3の実施の形態における光学ユニット11Cを示す。

本実施の形態は第1の実施の形態において、薄板15a、15b、15c、15dが、図9に示すようにVないしはW状形状にした薄板60a、60b、60c、60dに置き変わっただけで他の構成、作用は同様のため、説明は省略する。

【0053】

本実施の形態は以下の効果を有する。

第1の実施の形態よりも大きく焦点を移動させることが容易であり、走査範囲の広い画像を得ることが出来る。

【0054】

(第4の実施の形態)

次に本発明の第4の実施の形態を図10及び図11を参照して説明する。図10は第4の実施の形態における先端部の構成を示し、図11は光学ユニットを示す。

本実施の形態は第1の実施の形態と先端部9の光学ユニット11Dのみ異なる(第1の実施の形態と同じ部分は同じ番号を記して説明は省略する)。

本実施の形態においても、光学ユニット11Dが取り付けられる光学枠10はチューブ8に固定されている。

【0055】

また、光学枠10には光学ユニットのベース71が固定されている。ベース71にはチューブ72の先端が接着されている。チューブの72の反対側の端部は図示しない空圧機器に接続されている。

【0056】

また、光学枠10にはベース71の前方に配置された移動台73が摺動可能にベース71に取り付けられている。また、移動台73には気密のためのOリング74が設けられている。そして、空圧機器からチューブ72を介して空気を注入(送気)したり、吸引することにより、この移動台73を符号85で示すように前後に移動できるようにしている。

【0057】

移動台73付近の詳細を図11に示す。

移動台73には円筒型の圧電素子75が設けられている。この円筒型の圧電素子75には4枚の電極76a、76b、76c、76dが周方向を4分割するように設けられ、さらに圧電素子75の内面にも電極76eが設けられている。また、それぞれの電極はケーブル19を介して制御部5と接続されている。

【0058】

また、円筒型の圧電素子75の先端にはレンズ枠77が固定され、レンズ枠77には対物レンズ78と、光ファイバ先端部79が固定されている。また、光ファイバ6bは移動台73、ベース71と図10のように孔部で接触する部分で固

定されている。また、光ファイバ 6 b はベース 7 1 と移動台 7 3 の間の空間 8 0 でループにする等遊びを持たせている。

【 0 0 5 9 】

また、光学棒 1 0 には 4 個所に緩衝ゴム 8 1 a、8 1 b、8 1 c、8 1 d が設けられている（8 1 b、8 1 d は図示しない）。これらは、圧電素子 7 5 を駆動使用した際のストロークの限界値にきた時に、緩衝ゴム 8 1 i に当たるように構成されている。緩衝ゴム 8 1 i は圧電素子 7 5 の先端に対向する位置に設けてある。

【 0 0 6 0 】

次に本実施の形態の作用を説明する。

X 駆動回路 3 2 で、内面の電極 7 6 c をグランドに接続し、電極 7 6 b、7 6 d に極性が逆の交流を印加すると円筒型の圧電素子 7 5 は X 方向に首振り振動を行う。（電極 7 6 b の部分が伸びる時に、電極 7 6 d の部分が縮み、電極 7 6 d の部分が伸びる時に、電極 7 6 b の部分が縮むため）これによって焦点 2 1 は X 方向 8 2 方向に振動する。

【 0 0 6 1 】

また、同様に Y 駆動回路 3 3 で内面の電極 7 6 c をグランドに接続し、電極 7 6 a、7 6 c に電圧を印加することにより、円筒型の圧電素子 7 5 を Y 方向 8 3 に振動させ、焦点 2 1 を Y 方向 8 3 に振動させる。

【 0 0 6 2 】

系の共振周波数で駆動しても用いても良い。

その他は第 1 の実施の形態と同様な走査を行わせる。

また、図示しない空圧機器を用いてチューブ 7 2 を介して空間 8 0 の部分に空気を吸引したり注入したりすることにより、移動台 7 3 を光学棒 1 0 の軸方向 8 5 に移動させることができる。

【 0 0 6 3 】

これにともなって、焦点 2 1 を軸方向 8 5 の Z 方向 8 4 に移動することができる。これにより、焦点 2 1 を Z 方向 8 4 に移動させることにより、深さの異なる面の画像を得ることができる。また、これらの機能を組み合わせることにより、

プローブの軸に垂直な面のみでなく、プローブの軸に垂直な断面や、さらに斜め方向の断面を得ることもできる。

【0064】

また、電圧を圧電素子 7 5 に加えすぎた場合や、プローブに衝撃が加わった場合でも、圧電素子 7 5 が緩衝ゴム 8 1 a、8 1 b、8 1 c、8 1 d に当って、衝撃を吸引するため、圧電素子 7 5 が壊れにくい。また、この緩衝ゴム 8 1 a、8 1 b、8 1 c、8 1 d は圧電素子 7 5 側に設けても良い。

【0065】

本実施の形態は以下の効果を有する。

第 1 の実施の形態と比べて、走査手段の構成が簡単である。

また、プローブの軸方向に焦点 2 1 を移動させる機能を設けたので、様々な断面の画像を得ることができる。

また、圧電素子 7 5 のストロークエンドに緩衝部材を設けたので、圧電素子 7 5 が壊れにくい。

【0066】

(第 5 の実施の形態)

次に本発明の第 5 の実施の形態を図 1 2 ～ 図 1 5 を参照して説明する。図 1 2 は第 5 の実施の形態を備えた走査型顕微鏡の全体構成を示し、図 1 3 は第 5 の実施の形態の光プローブの先端部の構成を示し、図 1 4 は光学ユニットの構成を斜視図で示し、図 1 5 は走査機構を示す。

なお、第 1 の実施の形態と異なる部分のみ記す。第 1 の実施の形態と同じ部分は同じ番号を記してその説明は省略する。

【0067】

図 1 2 に示す光走査型顕微鏡 1 B は、第 1 の実施の形態と同様に、光源部 2 と、光伝達部 3 と光プローブ 4 と、制御部 5 とから構成される。

光源部 2 は、レーザー発振装置で形成され、光伝達部 3 は、光伝送用ファイバ 9 0 a、9 0 b、9 0 c、9 0 d と、これらを双方向に分岐する 4 端子カップラ 9 1 から構成される。ファイバ 9 0 a、9 0 b、9 0 c、9 0 d は、偏波面を保存する偏波面保存ファイバである。

【0068】

ファイバ90aは光源部2に、またファイバ90cは制御部5に接続されている。また、ファイバ90dは閉鎖されている。

ファイバ90bは長尺になっており、光プローブ4のチューブ8の内部を通して、先端部9まで導かれている。

【0069】

また、光源部2を構成するレーザ光源2aの前面には偏光板92が設置されている。また、光ファイバ90cで伝送された光は制御部5にも、偏光板93を介して入力される。

偏光板92、93は互いに偏光面が直交するよう（クロスニコル状態）に配置されている。

【0070】

図13は先端部9の構造を示す。この先端部9には光学棒10がチューブ8の先端に固定され、この光学棒10の内側に光学ユニット11Eが取り付けられている。図14は光学ユニット11Eを斜視図で示す。

【0071】

光学棒10には光学ユニット11Eのベース95が固定されている。ベース95には4本の線状部材、より具体的には4本のワイヤ96a、96b、96c、96dの後端が接着固定されている。また、4本のワイヤ96iの先端には、レンズ棒97が固定されている。

【0072】

このレンズ棒97にはボイスコイルとして機能する4つのコイル98a、98b、98c、98dが接着されている。より具体的には、レンズ棒97の上下、左右の方向にそれぞれコイル98a、98c、98b、98dが接着されている。

【0073】

コイル98dは図示しないがコイル98bの向こう側の面にある。これらのコイルはケーブル19を介して制御部5に接続されている。

【0074】

また、レンズ枠 97 には対物レンズ 99 が固定されている。また、光学枠 10 には 4 組の永久磁石 102 a、102 b、102 c、102 d が、それぞれ 4 つのコイル 98 a、98 b、98 c、98 d に対向するように接着固定されている。この永久磁石部分の断面を図 15 に示す。このように永久磁石 102 i の極は構成されている。

また、光学枠 10 には波長板ホルダ 100 が固定されており、さらに波長板ホルダ 100 には 1/4 波長板 101 が固定されている。

【0075】

次に本実施の形態の作用を説明する。

レーザ光は偏光板 92 によって特定の偏光面を持つ光のみを光ファイバ 90 a に伝達し、この光の一部が光ファイバ 90 b に伝えられる。また、これらのファイバは偏波面保存ファイバなので、偏光の向きが維持される。この光はファイバ 10 b の先端面 103 から出射される。

【0076】

この光は対物レンズ 99 の集光機能によって、焦点 104 を結ぶ。この焦点 104 からの光は同じ光路を通過して、光ファイバ 90 b の先端面 113 に入射されるが、1/4 波長板 101 を 2 度通過することにより、ファイバから出射した光とは直交する偏光面を持つ光となっている。

【0077】

この光は 4 端子カップラ 91 によって分岐され、光ファイバ 90 c を介して制御部 5 へ伝えられるが、偏光板 93 によって検出光の偏光方向が偏光板 93 の偏光方向と一致する光のみが透過できる。これによって、焦点 104 からの信号のみが検出され、光ファイバの先端面 113 などからの反射光は偏光面が合わないため、制御部 5 へ伝達されなくなる。

【0078】

X 駆動回路 32 で、コイル 98 a、98 c に電流を流すことによって、磁界の中を電流が横切るため、電磁力、より具体的にはローレンツ力が作用するため、図 13 或いは図 15 で示す水平方向 (X 方向) 105 に力が働き、この力に伴ってワイヤ 96 a、96 b、96 c、96 d が変形して、レンズ枠 97 が水平方向

105に移動する。

【0079】

また、これに伴って、焦点104も水平方向105に移動する。ここで、コイル98a、98cに交流を流すことによって、焦点104を水平方向105に振動させることができる。

【0080】

このとき系の共振周波数で駆動しても良い。

また、同様にY駆動回路33で、コイル102b、102dに電流を流し、焦点104を縦方向（Y方向）106に振動させる。

その他は同様に第1の実施の形態で説明したような走査を行わせる。

【0081】

本実施の形態は以下の効果を有する。

第1の実施の形態と比べて、広範囲の走査手段を実現できる。

また、偏光板を用いて焦点以外の光が検出されにくい構成にしたので、信号のみを感度良く検出でき、S/Nの良い、つまり画質の良い画像を得ることができる。

【0082】

[付記]

1a. 光源装置が発する観測光の焦点を被検部に対して走査し、該走査により得られる前記被検部からの前記観測光の反射光を観測装置に伝達する光走査プローブ装置において、

前記光源装置が発する前記観測光を伝達して該観測光を末端面より出射するとともに、前記被検部からの前記観測光の前記反射光を前記末端面より入射して前記観測装置に伝達する伝達手段と、

前記伝達手段の前記末端面から出射される前記観測光を集光する集光光学系と

前記伝達手段の前記末端面と共に前記集光光学系を固定する固定手段と、

前記固定手段を移動し、前記観測光の焦点を被検部に対して走査する走査手段と、

を有することを特徴とする光走査プローブ装置。

2 a. 前記走査手段は、前記固定手段を所定の第 1 の方向に移動する第 1 の移動手段と、

前記固定手段を前記第 1 の方向とは異なる第 2 の方向に移動する第 2 の移動手段と、

からなることを特徴とする付記 1 a 記載の光走査プローブ装置。

【0083】

1. 体腔内に挿入されるプローブと、被検部に光を照射するための光源と、前記光源からの光をプローブ先端に導くための光ファイバと、前記光ファイバからの光を被検部に合焦させ、被検部からの光を前記光ファイバ端面に集光させる合焦手段と、前記合焦手段によって合焦された焦点を被検部に対して走査する光走査手段と、前記被検部からの戻り光の少なくとも一部を光源からの光の光路から分離する分離手段と、前記分離された光を検出する光検出手段からなる光走査プローブ装置において、前記走査手段はプローブ先端部において合焦手段と光ファイバ先端部を一体的に走査することを特徴とする光走査プローブ装置。

【0084】

2. 前記走査手段は圧電素子を用いていることを特徴とする付記 1 記載の光走査プローブ装置。

3. 前記走査手段はバイモルフ圧電素子を用いることを特徴とする付記 2 記載の光走査プローブ装置。

4. 前記走査手段はユニモルフ圧電素子を用いることを特徴とする付記 2 記載の光走査プローブ装置。

5. 前記走査手段は円筒型圧電素子を用いることを特徴とする付記 2 記載の光走査プローブ装置。

【0085】

6. 前記走査手段は電磁力を用いることを特徴とする付記 1 記載の光走査プローブ装置。

7. 前記走査手段はボイスコイルを用いることを特徴とする付記 6 記載の光走査プローブ装置。

8. 前記走査手段は二つ以上の方向に焦点を走査させることを特徴とする付記 1 記載の光走査プローブ装置。

9. 前記走査手段は異なる方向の走査手段を二つ直列に接続したことを特徴とする付記 1 記載の光走査プローブ装置。

【0086】

10. 前記走査手段の少なくとも一つは共振周波数で駆動されることを特徴とする付記 1 記載の光走査プローブ装置。

11. 前記走査手段は少なくとも一つの剛性の低い変形部を有することを特徴とする付記 1 記載の光走査プローブ装置。

12. 前記変形部は薄い板構造であることを特徴とする付記 11 記載の光走査プローブ装置。

13. 前記変形部は平行な平板構造を有することを特徴とする付記 11 記載の光走査プローブ装置。

14. 前記変形部は線状部材で構成されていることを特徴とする付記 11 記載の光走査プローブ装置。

【0087】

(付記 1～14 の作用)

この構成によると、レンズと光ファイバ先端を走査させることによって、焦点を走査させる。この場合、レンズはレンズ中心軸を通る光のみに焦点を結ばれるだけで良いので、レンズの設計が容易になる。また、開口数の大きなレンズが容易に可能となる。

【0088】

15. 前記プローブ先端部を密閉構造にしたことを特徴とする付記 1 記載の光走査プローブ装置。

16. 前記走査手段は密閉部内部で走査され、プローブ先端の外部は移動しないことを特徴とする付記 15 記載の光走査プローブ装置。

17. 前記プローブには前記走査手段を固定する為の基部を有することを特徴とする付記 1 記載の光走査プローブ装置。

18. 前記基部は走査されるレンズと比較して重量を重く構成したことを特徴と

する付記 1 7 記載の光走査プローブ装置。

【 0 0 8 9 】

1 9. 前記基部に光ファイバの一部を固定したことを特徴とする付記 1 7 記載の光走査プローブ装置。

2 0. 前記合焦手段は開口数が 0. 3 以上であることを特徴とする付記 1 記載の光走査プローブ装置。

2 1. 前記走査手段の走査範囲のストロークエンドに衝撃緩和手段を設けたことを特徴とする付記 1 記載の光走査プローブ装置。

2 2. 前記プローブ先端部付近を内視鏡に対して固定する手段を設けたことを特徴とする付記 1 記載の光走査プローブ装置。

【 0 0 9 0 】

2 3. 前記固定手段はバルーンであることを特徴とする付記 2 2 記載の光走査プローブ装置。

2 4. 前記走査手段は焦点をプローブの軸に対して垂直方向な平面内で走査することを特徴とする付記 1 記載の光走査プローブ装置。

2 5. 前記走査手段は焦点をプローブの軸に対して水平方向な平面内で走査することを特徴とする付記 1 記載の光走査プローブ装置。

2 6. 前記走査手段は焦点をプローブの軸に対して斜め方向な平面内で走査することを特徴とする付記 1 記載の光走査プローブ装置。

2 7. 前記走査手段は焦点をプローブの軸方向に焦点を移動させることを特徴とする付記 1 記載の光走査プローブ装置。

【 0 0 9 1 】

2 8. 前記光ファイバはシングルモードファイバであることを特徴とする付記 1 記載の光走査プローブ装置。

2 9. 前記光ファイバはマルチモードファイバであることを特徴とする付記 1 記載の光走査プローブ装置。

3 0. 前記光ファイバは偏波面保存ファイバであることを特徴とする付記 1 記載の光走査プローブ装置。

【 0 0 9 2 】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、光源装置が発する観測光の焦点を被検部に対して走査し、該走査により得られる前記被検部からの前記観測光の反射光を観測装置に伝達する光走査プローブ装置において、

前記光源装置が発する前記観測光を伝達して該観測光を末端面より出射するとともに、前記被検部からの前記観測光の前記反射光を前記末端面より入射して前記観測装置に伝達する伝達手段と、

前記伝達手段の前記末端面から出射される前記観測光を集光する集光光学系と、
前記伝達手段の前記末端面と共に前記集光光学系を固定する固定手段と、

前記固定手段を移動し、前記観測光の焦点を被検部に対して走査する走査手段と、

を設けているので、伝達手段の末端面と共に前記集光光学系を移動して、観測光の焦点を走査する構成にしているので、走査状態に殆ど関係なく、伝達手段の末端面と集光光学系の位置関係を保持でき、集光光学系として特殊なものを必要としないで通常の集光光学系を使用でき、また分解能を大きくすることも容易となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施の形態を備えた光走査型顕微鏡の全体構成図。

【図 2】

第 1 の実施の形態の光走査プローブ装置の先端部の構成を示す断面図。

【図 3】

先端部に設けた光学ユニットの構成を示す斜視図。

【図 4】

制御部の構成を示すブロック図。

【図 5】

走査面を光走査する様子を示す図。

【図 6】

光走査プローブ装置が挿通された状態の内視鏡の先端部を示す斜視図。

【図 7】

本発明の第 2 の実施の形態の光走査プローブ装置の先端部の構成を示す断面図。

【図 8】

先端部に設けた光学ユニットの構成を示す斜視図。

【図 9】

本発明の第 3 の実施の形態の光走査プローブ装置の先端部に設けた光学ユニットの構成を示す斜視図。

【図 1 0】

本発明の第 4 の実施の形態の光走査プローブ装置の先端部の構成を示す断面図。

【図 1 1】

先端部に設けた光学ユニットの構成を示す斜視図。

【図 1 2】

本発明の第 5 の実施の形態を備えた光走査型顕微鏡の全体構成図。

【図 1 3】

光走査プローブ装置の先端部の構成を示す断面図。

【図 1 4】

先端部に設けた光学ユニットの構成を示す斜視図。

【図 1 5】

図 1-3 の永久磁石周辺部分の X 及び Y 方向に走査する走査機構を示す断面図。

【符号の説明】

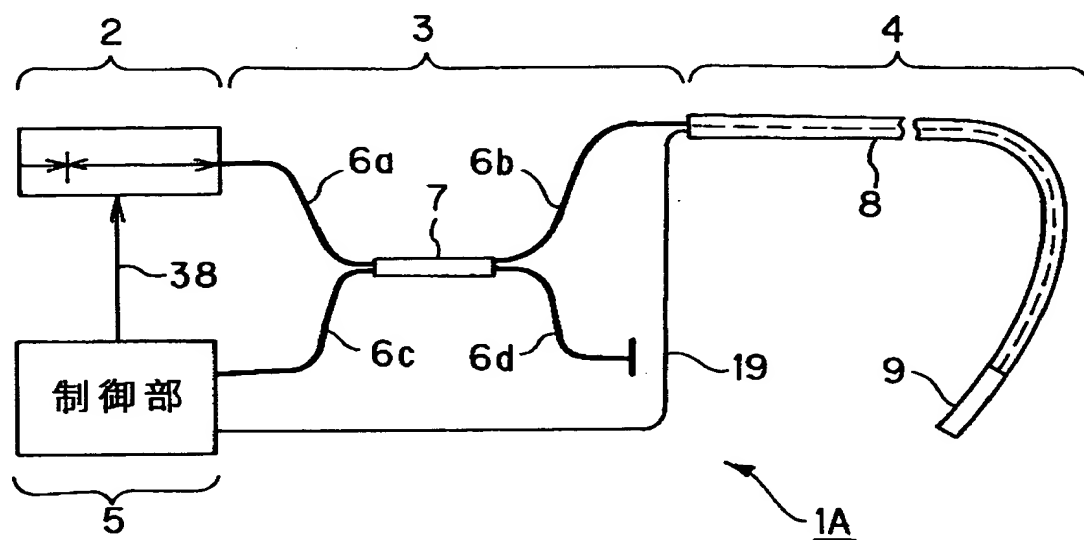
- 1 … 光走査型顕微鏡
- 2 … 光源部
- 3 … 光伝達部
- 4 … 光（走査）プローブ（装置）
- 5 … 制御部
- 6 a, 6 b, 6 c, 6 d …（光伝達用）ファイバ
- 7 … 4 端子カプラ
- 8 … チューブ
- 9 … 先端部

- 1 0 …光学枠
- 1 1 A …光学ユニット
- 1 2 …先端カバーユニット
- 1 4 …ベース
- 1 5 a, 1 5 b, 1 5 c, 1 5 d …薄板
- 1 6 a, 1 6 b, 1 6 c, 1 6 d …圧電素子
- 1 7 …レンズホルダ
- 1 8 …対物レンズ
- 1 9 …ケーブル
- 2 0 …光ファイバ先端部
- 2 1 …焦点
- 2 2 …水平方向 (X 方向)
- 2 3 …縦方向 (Y 方向)
- 2 4 …走査面
- 2 5 …カバーホルダ
- 2 6 …カバーガラス
- 3 1 …レーザ駆動回路
- 3 2 …X 駆動回路
- 3 3 …Y 駆動回路
- 3 4 …フォトディテクタ
- 3 5 …画像処理回路
- 3 6 …モニタ
- 3 7 …記録装置
- 4 0 …内視鏡先端部

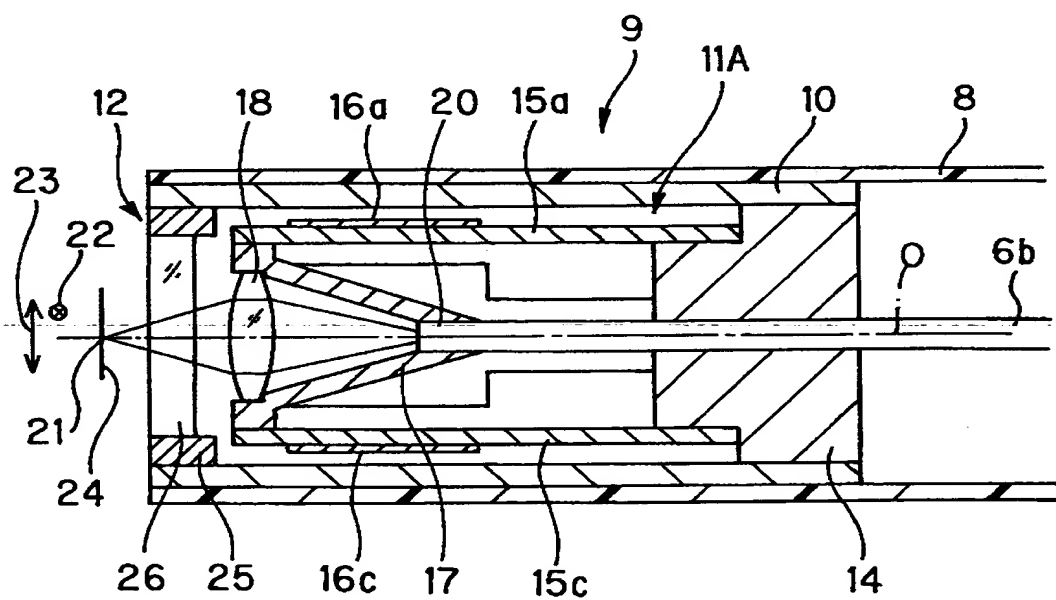
代理人 弁理士 伊藤 進

【書類名】 図面

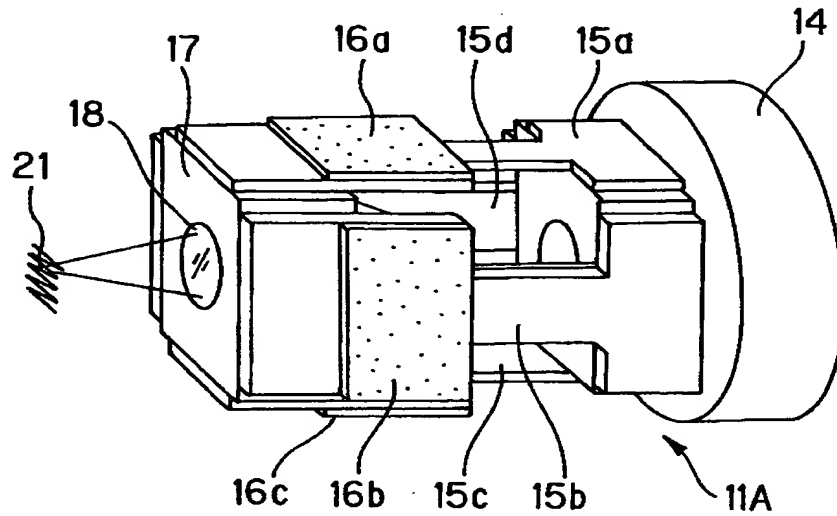
【図 1】



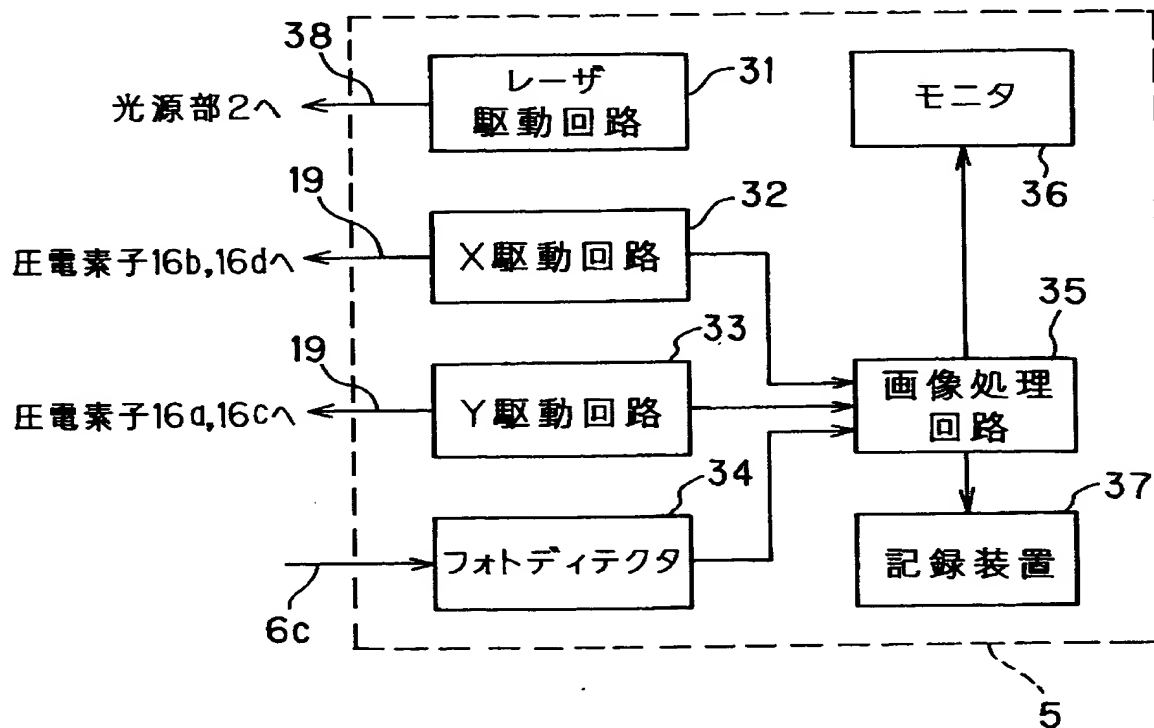
【図 2】



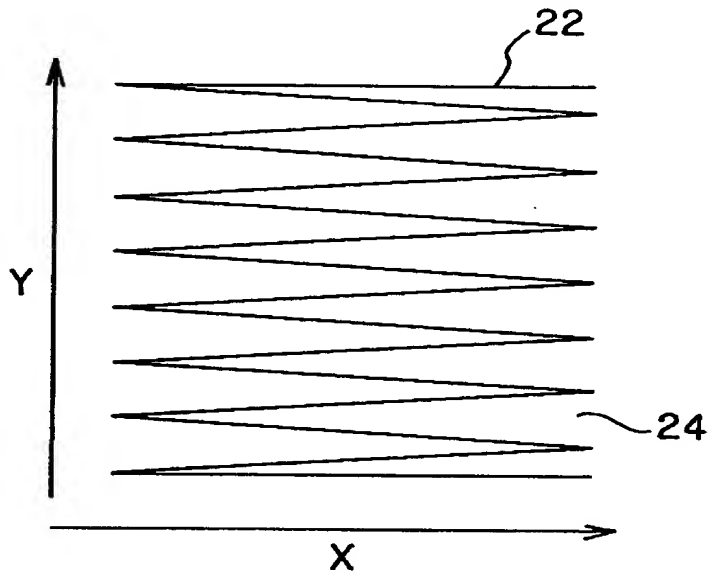
【図 3】



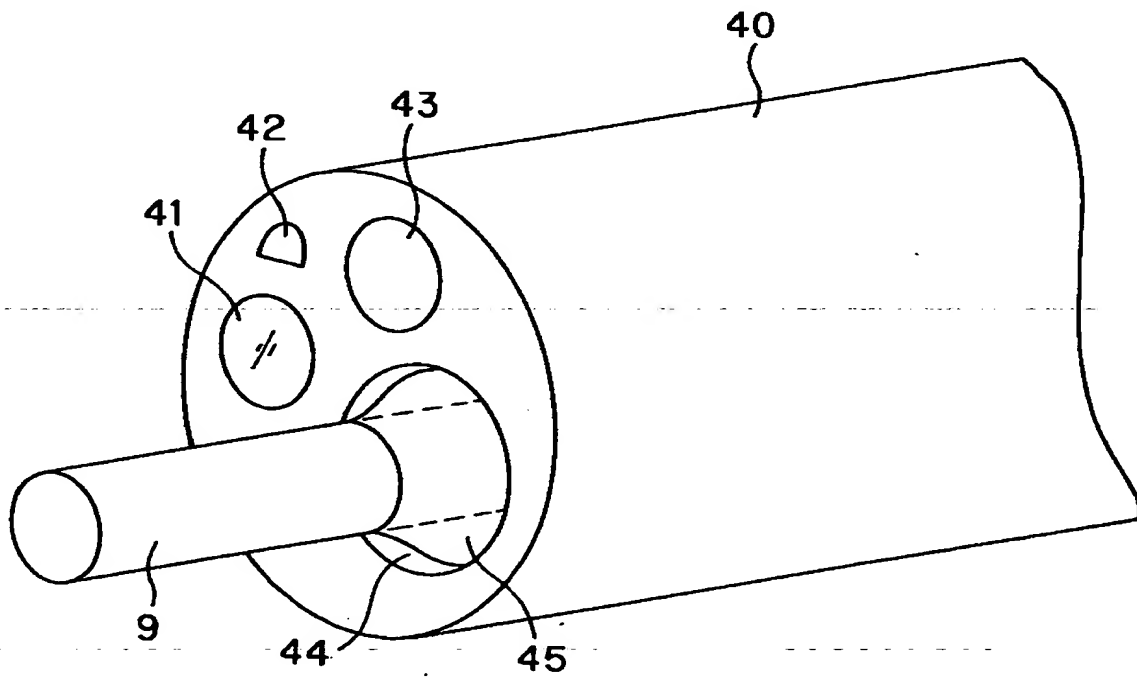
【図 4】



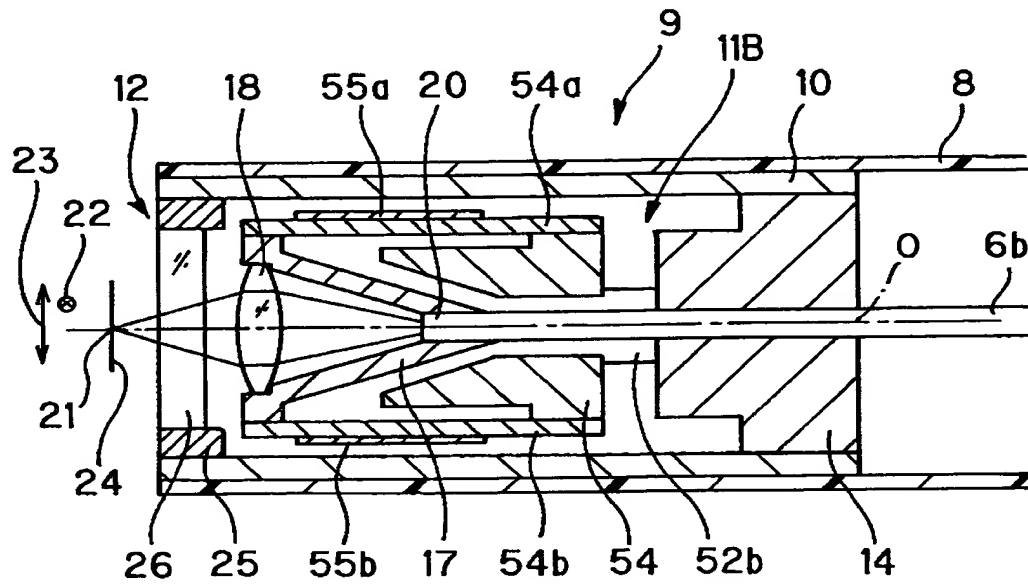
【図 5】



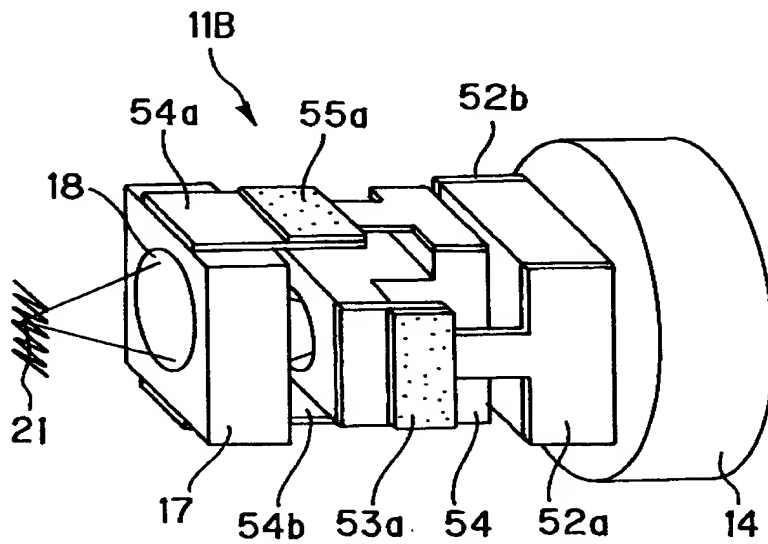
【図 6】



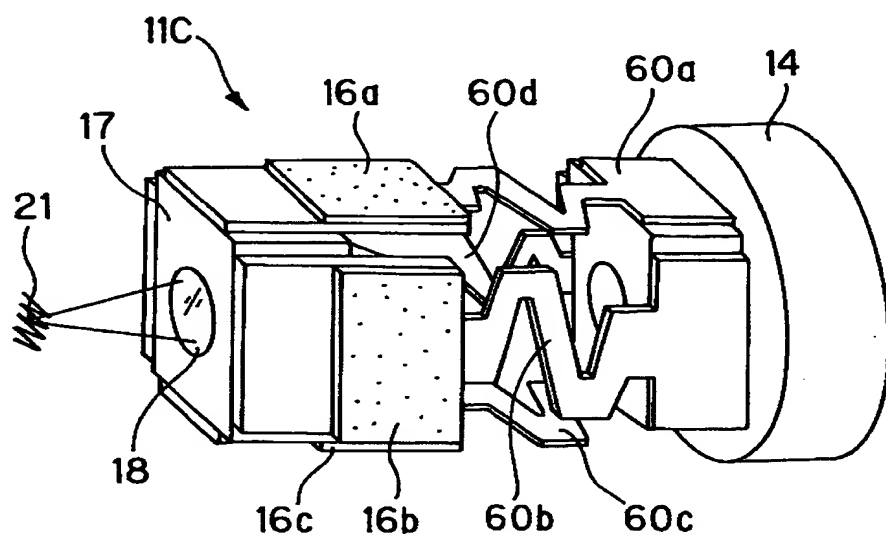
【図 7】



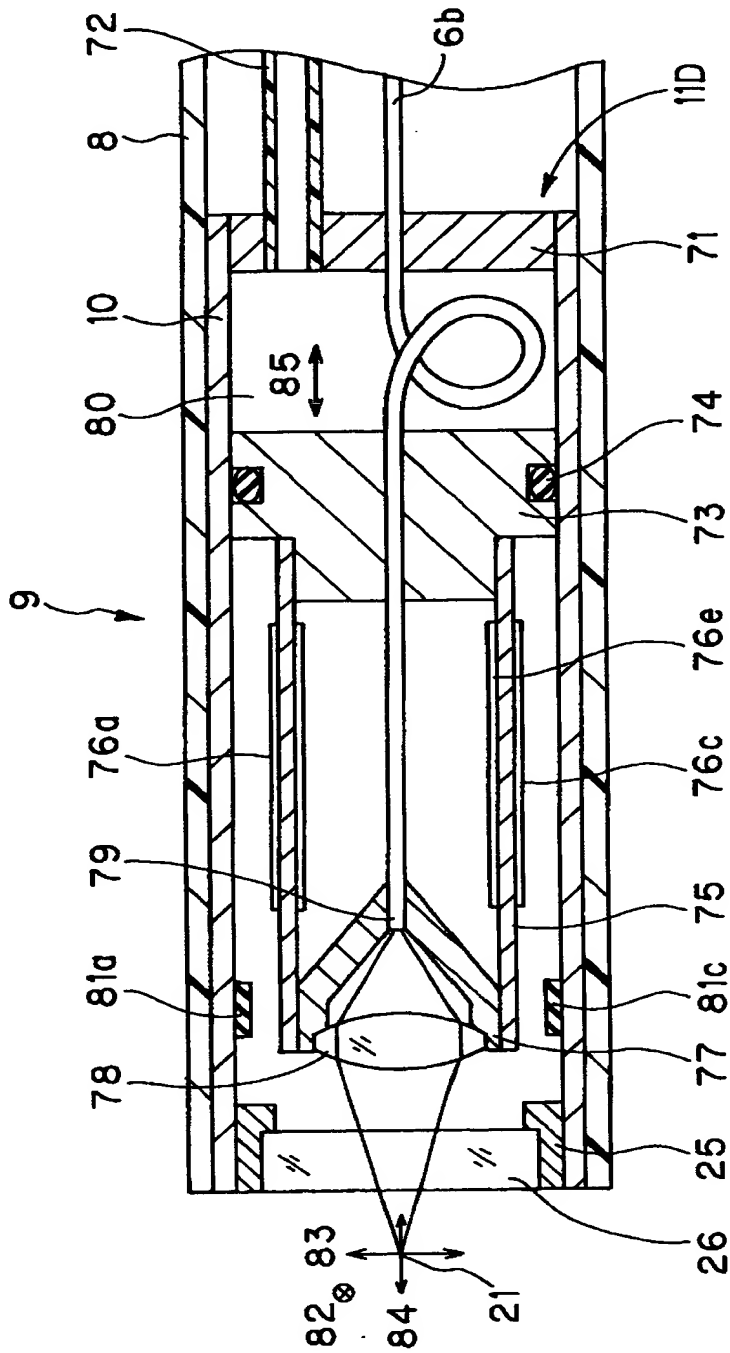
【図 8】



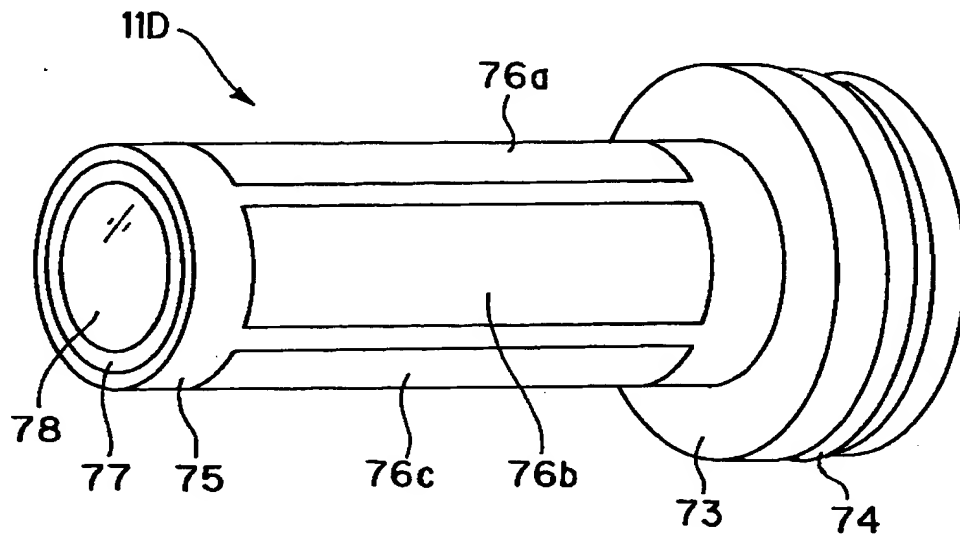
【図 9】



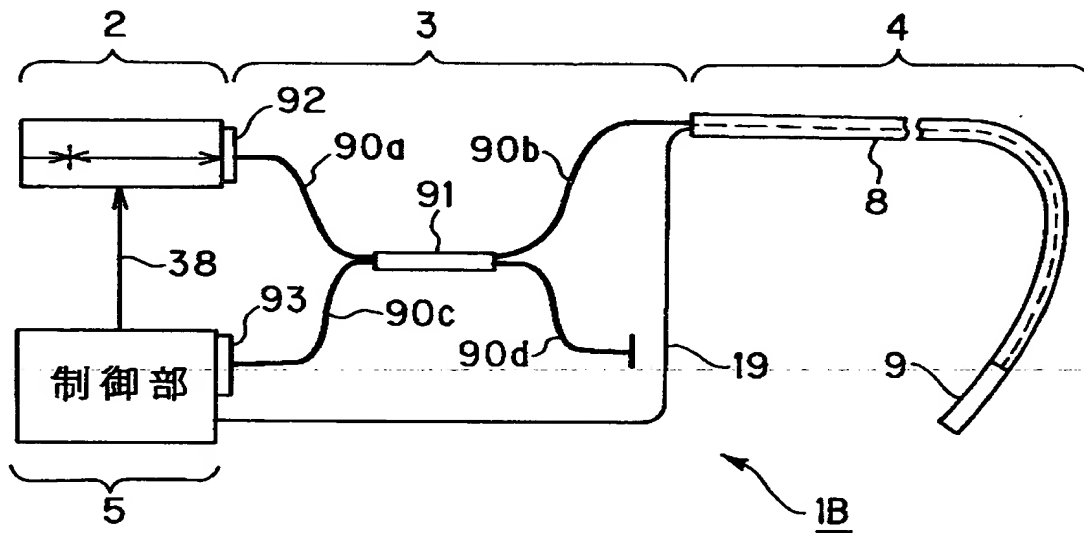
【図10】



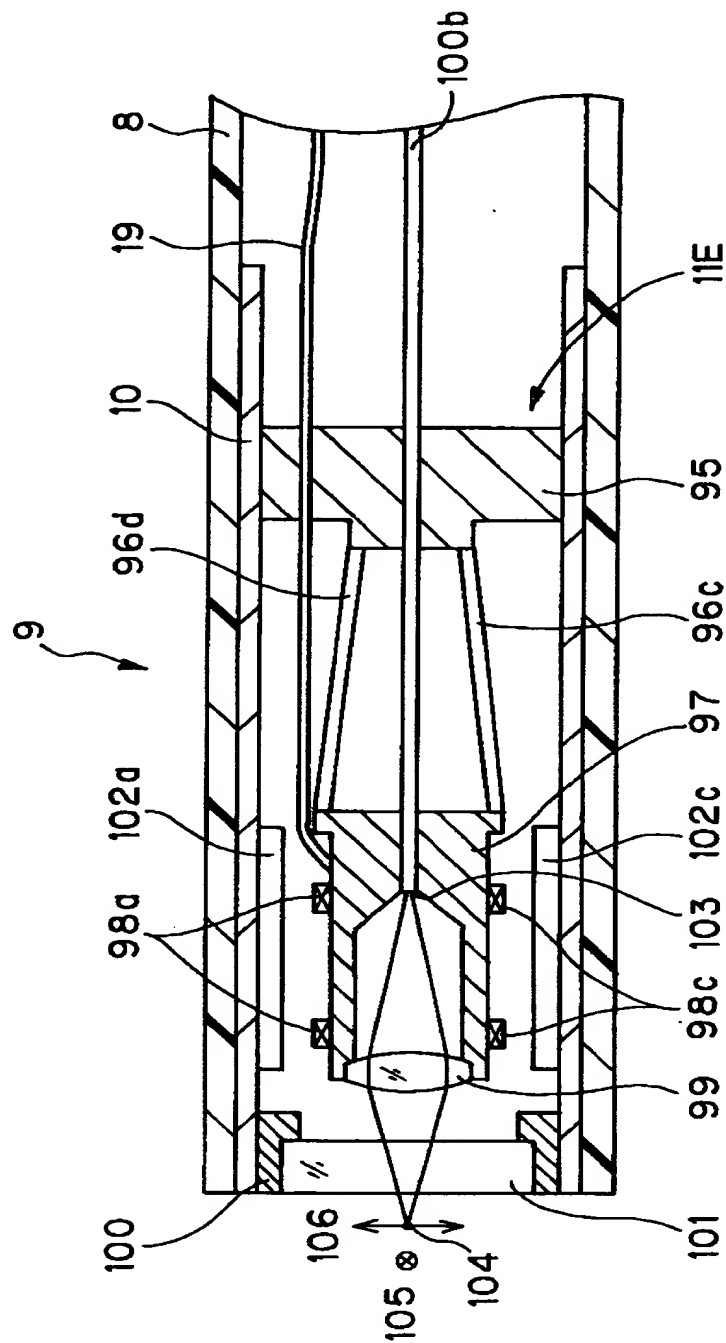
【図 1 1】



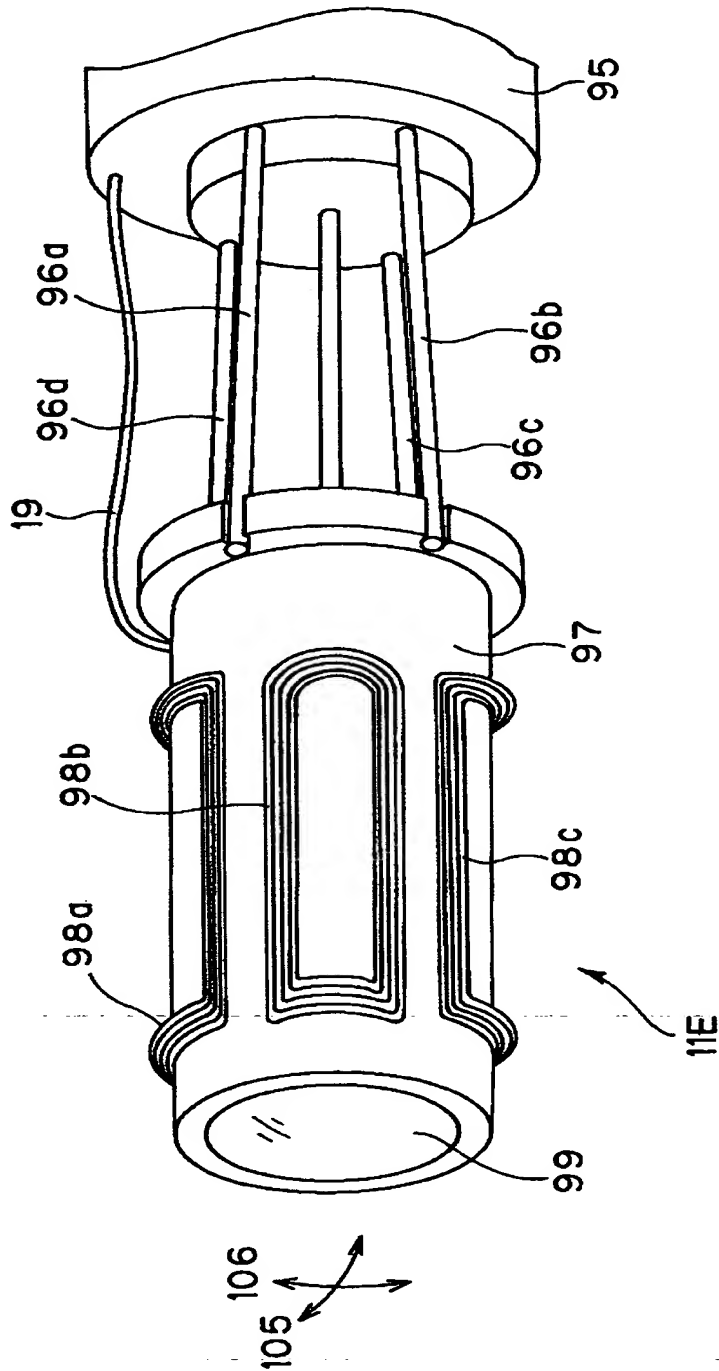
【図 1 2】



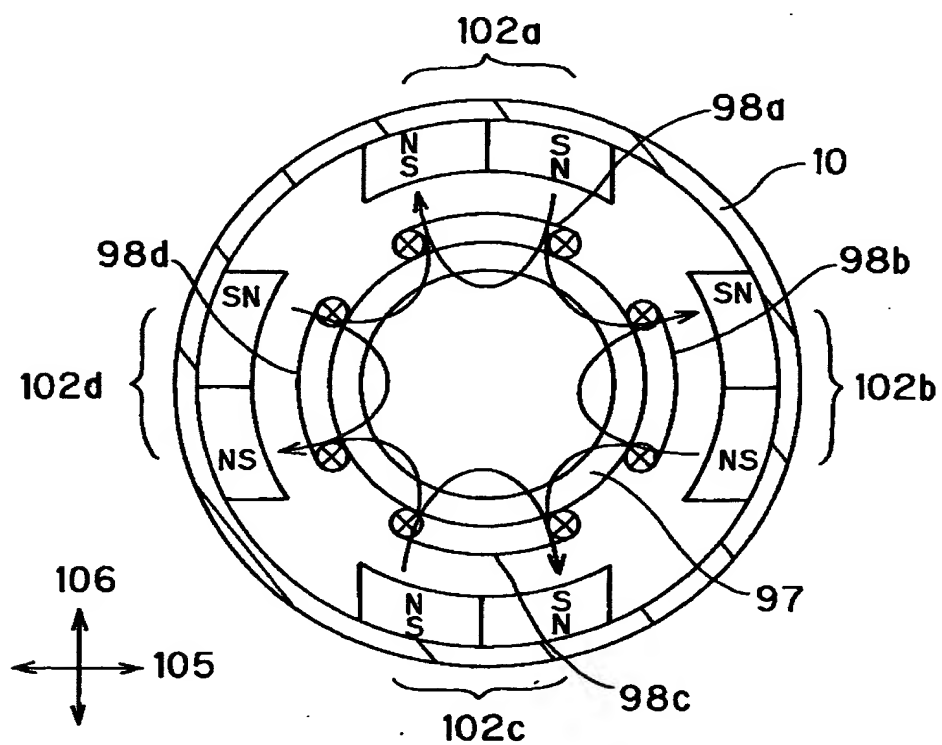
【図 13】



【図 14】



【図 1 5】



【書類名】

要約書

【要約】

【課題】 所望とする走査範囲をカバーし、焦点を結ぶ集光光学系の設計が容易で、分解能を大きくできる光走査プローブ装置を提供する。

【解決手段】 光源部からの光を伝達する光ファイバ6bの先端側はベース14の孔部で保持され、その前方に突出した光ファイバ先端部20は対物レンズ18と共にレンズホルダ17で保持され、レンズホルダ17は上下の薄板15a, 15cと左右の薄板とでその後端側に対して弾性的に変形可能に保持され、各薄板15a, 15cにはそれぞれ板状の圧電素子16a, 16bが取り付けられ、駆動信号を印加することにより板面に垂直方向に曲げてレンズホルダ17を移動し、光ファイバ先端部20から出射される光を対物レンズ18で集光して被検部側に焦点21を結ぶように走査する構成にした。

【選択図】 図2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000376]

1. 変更年月日 1990年 8月20日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
氏 名 オリンパス光学工業株式会社

